

(54) Title: OPTOELECTRONIC MODULE

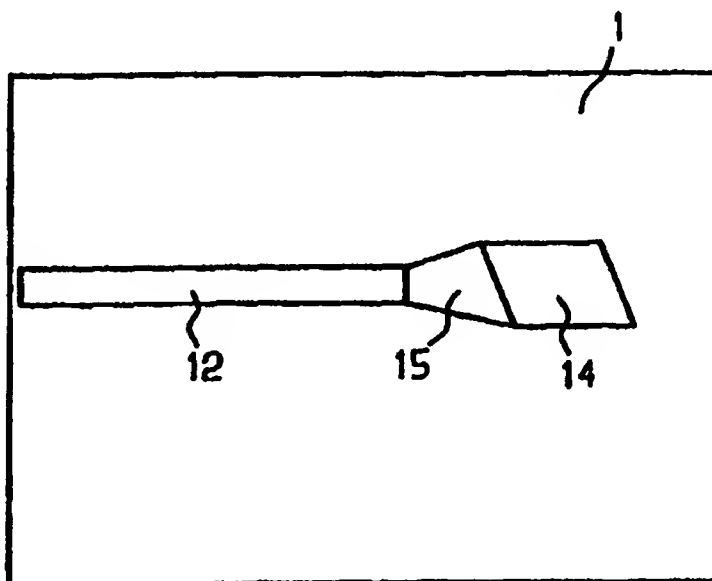
(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHER MODUL

(57) Abstract

In an optoelectronic module, the optoelectronic active components (12, 14) are produced as a sequence of epitaxially grown layers on the top surface of a substrate (1). The waveguide layers located in these components are connected to one another, and/or to outer connection surfaces, by passive waveguides (15) made of a material which differs from all the semiconductor materials of which the active components are made.

(57) Zusammenfassung

Optoelektronischer Modul, bei dem optoelektronische aktive Bauelemente (12, 14) als epitaktisch gewachsene Schichtfolge auf der Oberseite eines Substrates (1) hergestellt sind und bei dem die in diesen Bauelementen vorhandenen Wellenleiterschichten untereinander und/oder mit äußeren Anschlußflächen für externen Anschluß durch passive Wellenleiter (15) verbunden sind, die aus einem Material bestehen, das von allen Halbleiterkomponenten der aktiven Bauelemente verschieden ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Optoelektronischer Modul

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen optoelektronischen Modul zur Integration von aktiven elektrooptischen Komponenten und passiven Wellenleitern zur optischen Kopplung an externe Wellenleiter.
- 10 Die optische Kopplung zwischen optoelektronischen Komponenten bestimmt wesentlich die Eigenschaften von optoelektronischen Systemen bzw. das Zusammenwirken dieser Komponenten mit daran angeschlossenen Übertragungsmedien wie z. B. Glasfasern. Die optische Kopplung sollte möglichst effektiv sein bei einfacher und kostengünstiger technischer Realisierung. Bei optoelektronischen Komponenten mit sehr kleinen Abmessungen (unter 100 μm) ist eine monolithische Integration mit Wellenleitern auf Substraten mit größeren Ausmaßen notwendig, da eine mechanische Behandlung (Transport bzw. Montage) solcher einzelner Mikrostrukturelemente nur sehr schwierig oder sogar unmöglich ist. Zu einer derartigen optischen Kopplung von aktiven Komponenten und passiven Wellenleitern wurden z. B. in der Veröffentlichung von T. Ido e.a.: „High-Speed MQW Electroabsorption Optical Modulators Integrated with Low-Loss Waveguides“ in IEEE Photonics Technology Letters, 7, 170 bis 172 (1995) und in der Veröffentlichung von R. Ben-Michael e.a.: „A Bi-Directional Transceiver PIC for Ping-Pong Local Loop Configurations Operating at 1.3- μm Wavelength“ in IEEE Photonics Technology Letters, 7, 1424 bis 1426 (1995) Anordnungen vorgeschlagen, bei denen die aktiven und die passiven Komponenten in demselben Materialsystem hergestellt werden. Auch der Einbau von adiabatischen Tapern (sich in eine Richtung verjüngende Abschnitte eines Wellenleiters) erfolgt unter Verwendung derselben Materialkomponenten. Der Nachteil dabei ist, daß die Herstellungsverfahren derartiger Anordnungen sehr aufwendig sind. Sie erfordern insbesondere mehrfache

Epitaxieschritte und einen erheblichen Verbrauch der Halbleitermaterialien.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen optoelektronischen Modul anzugeben, in dem aktive und passive Komponenten integriert sind und der einfache Herstellung und Handhabung ermöglicht.

10 Diese Aufgabe wird mit dem Modul mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Bei dem erfindungsgemäßen Modul werden die optoelektronischen Bauelemente, die als aktive Komponenten fungieren, als auf
15 ein Substrat epitaktisch gewachsene Schichtfolge ausgebildet. Das epitaktische Wachstum kann lokal begrenzt erfolgen. Statt dessen kann eine ganzflächige Schichtfolge aufgebracht und anschließend örtlich begrenzt rückgeätzt werden. In den freien Bereichen der Substratoberfläche sind passive Wellenleiter
20 angeordnet, die die aktiven Zonen der Bauelemente mit äußeren Anschlußflächen verbinden, an die z. B. eine Glasfaser angeschlossen werden kann. Wesentlich für den erfindungsgemäßen Modul ist es, daß die passiven Wellenleiter aus einem Material bestehen, das nicht zu dem Materialsystem gehört, das für
25 die aktiven Komponenten verwendet wird.

Der erfindungsgemäße Modul hat den Vorteil, daß grundsätzlich alle Materialsysteme verwendet werden können, die bisher für optoelektronische Einzelbauelemente verwendet werden (z. B.
30 verschiedene Zusammensetzungen von InGaAsP, InGaAlAs, GaN, InGaALP usw.). Die für die aktiven Bauelemente erforderlichen Schichtstrukturen werden auf den für das betreffende Materialsystem üblichen Substraten aufgewachsen, wobei ein Substrat relativ großer Abmessung gewählt werden kann. Die Schichtfolgen werden seitlich begrenzt aufgewachsen oder rückgeätzt, so
35 daß die aktiven Bauelemente jeweils nur einen geringen Anteil der Substratoberfläche einnehmen. Diese aktiven Komponenten

enthalten üblicherweise einen optischen Wellenleiter, der z. B. durch die aktive Schicht einer Laserdiode oder dergleichen gebildet sein kann. Bei einer Anordnung des Bauelementes im Innern der Substratoberfläche reicht dieser optische Wellenleiter des Bauelementes nicht bis an den Rand des Substrates und kann daher nicht unmittelbar an externe Wellenleiter angeschlossen werden. Ein solcher Anschluß an externe Wellenleiter kann auch bei einem am Rand der Substratoberfläche angeordneten Bauelement dadurch erschwert sein, daß der für den Anschluß vorgesehene Bereich des in dem Bauelement vorhandenen Wellenleiters zu schmal ist für einen wirkungsvollen Übergang in ein äußeres wellenleitendes Medium. Es wird daher erfindungsgemäß ein passiver Wellenleiter vorgesehen, der die Verbindung des in dem aktiven Bauelement vorhandenen Wellenleiters mit einer Anschlußfläche nach außen herstellt. Dieser passive Wellenleiter kann insbesondere so ausgebildet sein, daß er relativ niedrig und schmal an das aktive Bauelement anschließt und mit zunehmender Entfernung von dem Bauelement sich in der Ebene der Substratoberseite und/oder senkrecht dazu zunehmend verbreitert und so eine Art Taper bildet, der die schmale Wellenleiterzone in dem Bauelement mit einer demgegenüber deutlich vergrößerten Anschlußfläche am Rand des Moduls verbindet. Es können an ein aktives Bauelement mehrere Wellenleiter angeschlossen sein. Insbesondere kann z. B. bei einer Laserdiode an beide Resonatorenendflächen je ein Wellenleiter angeschlossen sein. Zusätzlich können Wellenleiter quer zu dieser Längsrichtung der Laserdiode an die aktive Zone angeschlossen sein, z. B. um die in Längsrichtung der Laserdiode erfolgende Strahlungsausbreitung steuern zu können.

Zur Herstellung der optoelektronischen Komponenten können Epitaxieprozesse eingesetzt werden wie z. B. MOVPE (metallo-organic vapor phase epitaxy), MBE (molecular beam epitaxy) oder MOMBE (metallo-organic molecular beam epitaxy). Die aktiven Komponenten werden seitlich z. B. dadurch begrenzt, daß die Schichten rückgeätzt werden. Dafür können die üblichen Ätztechniken eingesetzt werden. Die Bauelemente werden mit

einer Maske abgedeckt, und das Material in dem nicht abgedeckten Bereich wird durch Ätzen abgetragen. Mögliche Verfahren, die dafür zum Einsatz kommen können, sind z. B. IBE (ion beam etching), RIE (reactive ion beam etching), FIBE (focused ion beam etching), RIPE (resonant induced plasma etching), CAIBE (chemical assisted ion beam etching). Statt ganzflächig aufzuwachsen und danach lokal rückzuätzen ist es möglich, durch selektive Epitaxie örtlich begrenzt Schichtfolgen aufzuwachsen, dafür können auch wieder MOMBE oder MOVPE eingesetzt werden.

Die passiven Wellenleiter werden in ergänzenden Verfahrensschritten hergestellt. Erfindungsgemäß werden dafür Materialien verwendet, die keine Komponente der für die aktiven Bauelemente verwendeten Halbleitermaterialien enthalten. Die passiven Wellenleiter gehören daher nicht zu dem für die aktiven Komponenten verwendeten Materialsystem. Das gilt auch dann, wenn die aktiven Komponenten in dem Modul aus verschiedenen Materialsystemen hergestellt werden. Das Material der passiven Wellenleiter ist grundsätzlich davon verschieden. Für die passiven Wellenleiter können grundsätzlich alle Materialien verwendet werden, die für die darin zu führende Strahlung durchlässig sind. Vorzugsweise kommen Polyimide, Bisbenzocyclobuten, Silizium und/oder Siliziumdioxid und andere für Betriebswellenlänge transparente Dielektrika oder Materialien in Frage. Zur Strukturierung dieser passiven Wellenleiter werden vorzugsweise bei der Herstellung Masken- und Ätztechniken eingesetzt, die jeweils von dem verwendeten Material abhängen und an sich bekannt sind. Speziell können verwendet werden IBE, RIE, FIBE und RCE (resonant cyclotron etching). Die Dicke der Wellenleiter kann so gewählt sein (typisch $< 10 \mu\text{m}$), daß auch Taperstrukturen sowohl in der Ebene der Substratoberseite als auch senkrecht dazu (parallel bzw. senkrecht zur Wachstumsrichtung beim Aufwachsen des Materials) hergestellt werden können. Derartige Taperstrukturen aus passivem Material lassen sich einfacher und kostengünsti-

ger herstellen als bei Verwendung von Halbleitermaterial, wie es für die aktiven Komponenten verwendet wird.

Zum Zweck der Wellenführung in Richtung senkrecht zur Substratoberseite kann zwischen das Substratmaterial und den passiven Wellenleiter eine reflektierende Schicht eingefügt werden, die z. B. Metall (Gold, Silber), Silizium oder ein Dielektrikum sein kann. Diese Schicht kann auch durch eine Schichtstruktur aus mehreren Lagen gebildet werden. Verwendbar sind dafür dielektrische Materialien wie z. B. Al_2O_3 , SiO_2 oder SiN_x/Si . Als Substratmaterial kommen InP, GaAs, GaP, GaN oder LiNbO_3 in Frage.

Es folgt eine genauere Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Moduls anhand der Figuren 1 bis 14.

Figuren 1, 4, 7, 8, 11 und 14 zeigen verschiedene Ausführungsformen des Moduls in Aufsicht.

Die übrigen Figuren zeigen jeweils die in den genannten Figuren eingezeichneten Querschnitte.

Bei der in Figur 1 dargestellten Anordnung befindet sich auf der Oberseite eines Substrates 1 ein aktives Bauelement 4. In Längsrichtung dieses Bauelementes schließen sich passive Wellenleiter 3 an. Für Strominjektion vorgesehene Kontakte 5, 6 sind seitlich zu dieser Längsrichtung zugeführt. In dem dargestellten Beispiel ist der eine Kontakt 5 auf einer Schicht aus Dielektrikum 8 aufgebracht und angrenzend an das Bauelement 4 auf die Substratoberseite heruntergeführt. Der untere Anteil 7 des Kontaktes 5, kann mit dem Dielektrikum 8 bedeckt sein und ist daher in Figur 1 als verdeckte Kontur gestrichelt eingezeichnet. Ein zweiter Kontakt 6 befindet sich ebenfalls auf einer Schicht aus Dielektrikum 8 und ist auf die Oberseite des Bauelementes 4 geführt.

Figur 2 zeigt den in Figur 1 eingezeichneten Querschnitt. Auf dem Substrat 1 befindet sich das Bauelement 4 mit einer Wel-

lenleiterschicht 2, die z. B. die aktive Schicht eines licht-
erzeugenden Bauelementes sein kann. Der Kontakt 6 auf der
Oberseite ist in diesem Beispiel auf der gesamten Länge des
Bauelementes 4 vorhanden. In Längsrichtung des Bauelementes
5 schließen sich beidseitig Wellenleiter 3 an, die in diesem
Beispiel durch eine die Wellenführung verbessernde Schicht 9
von dem Substrat 1 getrennt sind. Diese Schicht 9 kann auch
weggelassen sein. Figur 3 zeigt den anderen in Figur 1 einge-
zeichneten Querschnitt quer zur Längsrichtung des Bauelemen-
10 tes. In Figur 3 sind daher beide Kontakte 5, 6 erkennbar. Der
Kontakt 5 ist in einer Stufe auf die Oberseite des Substrates
1 heruntergeführt. Der untere Anteil 7 des Kontaktes 5 ist
bis zu einer unteren Schicht des Bauelementes geführt, so daß
an das Bauelement Strom angelegt werden kann.

15 Typische Abmessungen bei dieser Anordnung sind z. B. wie
folgt:

Länge L des Bauelementes zwischen 1 μm und 600 μm ,

Breite W des Bauelementes zwischen 0,1 μm und 40 μm ,

20 Abmessung N des unteren Anteils 7 des Kontaktes 5 etwa zwi-
schen 10 μm und 20 μm und

Höhe H des Bauelementes zwischen 2 μm und 10 μm .

Der passive Wellenleiter 3 hat vorzugsweise die seitliche Ab-
messung des Bauelementes, besitzt also ebenfalls die Breite

25 W. Der Wellenleiter, der in Figur 1 auf der linken Seite ein-
gezeichnet ist, ist dort als Beispiel mit einer abrupten Ver-
breiterung dargestellt. Eine derartige Verbreiterung kann z.
B. für einen verbesserten Anschluß an einen externen Wellen-
leiter vorgesehen sein.

30 Bei dem alternativen Ausführungsbeispiel der Figur 4 sind von
der für das Bauelement 4 aufgewachsenen Schichtstruktur An-
teile, die in diesem Beispiel mit einer Isolationsschicht 10
bedeckt sind, im Abstand von dem Bauelement stehengelassen
35 worden. Es genügt daher, wenn die Dielektrikumschicht 8 nur
im Bereich zwischen dem Bauelement und diesen restlichen An-
teilen aufgebracht wird. Die Wellenleiter 3 sind in diesem

Beispiel als Taper ausgeführt. Sowohl senkrecht zur Oberseite des Substrates 1 als auch in der Ebene dieser Oberseite verbreitern sich die Wellenleiter zum Rand des Substrates hin. Die Verbreiterung der Wellenleiter kann statt dessen ausschließlich in der Ebene der Substratoberfläche oder ausschließlich senkrecht zu dieser Oberseite vorhanden sein.

In Figur 5 ist der in Figur 4 eingezeichnete Querschnitt dargestellt. Zwischen dem Substrat 1 und den Wellenleitern 3 ist wieder eine für die Wellenführung vorgesehene zusätzliche Schicht 9 vorhanden, die auch hier weggelassen sein kann. Von der Höhe des Bauelementes vergrößert sich die vertikale Abmessung des Wellenleiters 3 bis zu dem größten Wert T am Rand des Substrates. Diese Höhe T der taperartigen Verbreiterung der Wellenleiter beträgt z. B. zwischen 2 μm und 12 μm .

In Figur 6 ist der andere in Figur 4 eingezeichnete Querschnitt dargestellt. Zwischen den Kontakten 5, 6 und den restlichen Anteilen der für das Bauelement vorgesehenen Schichtfolge ist jeweils eine Isolationsschicht 10 vorhanden. Der Wellenleiter 3 weist in Blickrichtung die eingezeichnete rechteckige Kontur auf. Die Breite W des Bauelementes beträgt auch hier z. B. zwischen 0,1 μm und 4 μm . Die maximale Breite S des Wellenleitertapers beträgt vorzugsweise zwischen 0,1 μm und 12 μm . Die Abmessungen der Dielektrikumschicht 8 zwischen den Anteilen der epitaktisch gewachsenen Schichtstruktur, in Figur 6 als Abstand G eingezeichnet, beträgt z. B. zwischen 10 μm und 200 μm . Die Abmessung N des unteren Anteils 7 des Kontaktes 5 beträgt auch hier vorzugsweise etwa 10 μm bis 20 μm . Die seitliche Abmessung P der restlichen Anteile der Schichtfolge, auf denen die Kontakte aufgebracht sind, beträgt z. B. 50 μm bis 600 μm .

Bei der Ausführungsform der Figur 7 ist die Abmessung P größer als die Länge des Bauelementes. Die Kontakte 5, 6 und die Schichten aus Dielektrikum 8 verjüngen sich in Richtung zum

Bauelement 4 hin. Man erhält so auch bei kleinen Bauelementen große Anschlußflächen für die Kontakte 5, 6.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 8 sind auch quer zur
5 Längsrichtung des Bauelementes 4 passive Wellenleiter 13 an
die Wellenleiterschicht 2 des Bauelementes angeschlossen. Die
Anordnung der Wellenleiter 3, 13 in bezug auf das Bauelement
4 ist hier symmetrisch gewählt. Die Kontakte 5a, 5b, 6a, 6b
sind hier jeweils zweiteilig ausgebildet. Sie sind teilweise
10 auf restlichen Anteilen der gewachsenen Schichtfolge und da-
von durch eine Isolationsschicht 10 getrennt und teilweise
auf einer Dielektrikumschicht 8 aufgebracht. Beide Anteile
eines Kontaktes 5a, 5b sind nach unten zur Unterseite des
Bauelementes auf die Oberseite des Substrates geführt. Diese
15 unteren Anteile 7 sind hier aber als Beispiel in einem gerin-
gen Abstand zu dem Bauelement angeordnet. Die elektrisch lei-
tende Verbindung zu dem Bauelement wird hier z. B. dadurch
hergestellt, daß in der Oberseite des Substrates ein elek-
trisch leitend dotierter Bereich ausgebildet ist, über den
20 die unteren Anteile 7 der Kontakte 5a, 5b mit einer untersten
Schicht des Bauelementes 4 elektrisch leitend verbunden sind.
Der auf der Oberseite des Bauelementes aufgebrachte Kontakt
6a, 6b ist hier ebenfalls zweiteilig ausgeführt und teilweise
auf einer Isolationsschicht 10 über Resten der Schichtfolge
25 und teilweise auf einer Dielektrikumschicht 8 aufgebracht.

Figur 9 zeigt den in Figur 8 eingezeichneten Querschnitt, in
dem die beiden getrennten Anteile des Kontaktes 6a, 6b auf
der Oberseite des Bauelementes erkennbar sind. Die übrigen
30 Komponenten entsprechen denjenigen in dem Ausführungsbeispiel
der Figur 5. Figur 10 zeigt den anderen in Figur 8 einge-
zeichneten Querschnitt, in dem in der Blickrichtung der eine
Kontakt 6b auf der Oberseite des Bauelementes und die äußere
Kontur des Wellenleitertapers 3 erkennbar sind. In dem
35 Substrat ist ein dotierter Bereich 11 eingezeichnet, der für
den beschriebenen elektrischen Anschluß zwischen den Anteilen
7 des Kontaktes 5a, 5b und dem Bauelement vorgesehen ist. Bei

Vorhandensein der eingezeichneten Schicht 9, die die Wellenführung zum Substrat hin verbessern soll, ist diese Schicht entweder elektrisch leitend ausgebildet oder zwischen den Anteilen 7 des Kontaktes und dem dotierten Bereich 11 weggelassen.

Die in den Figuren 8 bis 10 eingezeichneten Abmessungen sind wie folgt:

Länge L des Bauelementes z. B. zwischen 1 μm und 600 μm ,
die Abmessungen U und V der restlichen Schichtanteile z. B. 50 μm bis 200 μm ,
maximale Höhe T der Wellenleitertaper z. B. zwischen 2 μm und 12 μm und
der Abstand Q zwischen den Resten der epitaktisch gewachsenen Schichten, auf denen jeweils die beiden Anteile eines Kontaktes aufgebracht sind, z. B. höchstens 100 μm .

Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 11 sind die zusätzlichen Wellenleiter 13 gegeneinander in Längsrichtung des Bauelementes versetzt. Die Kontakte 5, 6 sind hier einteilig und mit in Längsrichtung des Bauelementes zueinander versetzten Anschlußflächen aufgebracht. Figur 12 und Figur 13 zeigen die in Figur 11 eingezeichneten Querschnitte, wobei die in der Blickrichtung senkrecht zu den eingezeichneten Schnittlinien erkennbaren Teile jeweils mit eingezeichnet wurden. So sind in Figur 12 ein kurzes Stück des Kontaktes 5 und die Kontur des Wellenleitertapers 13 in der Blickrichtung erkennbar. Wegen der mehrfachen Richtungsänderung der Schnittlinie des Querschnittes der Figur 13 ist in Figur 11 oben eingezeichnete passive Wellenleiter 13 in dem Querschnitt der Figur 13 der Übersichtlichkeit wegen weggelassen. Die in Figur 13 dargestellte Ansicht entspricht daher einem Ausführungsbeispiel, bei dem sich der Wellenleiter 13 nach außen hin nur in der Ebene der Oberseite des Substrates verbreitert, nicht aber senkrecht dazu. Die Dielektrikumschicht 8 deckt den unteren Anteil 7 des Kontaktes 5 teilweise ab. Der Rest des unteren Anteils 7 des Kontaktes 5, der sich unter dem Wellenleiter 13

leiter 13 befindet, wird nur von dem Wellenleiter 13 bedeckt, wie in Figur 13 erkennbar ist.

5 In Figur 14 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Moduls dargestellt, bei dem zwei verschiedene aktive Bauelemente 12, 14 durch einen passiven Wellenleiter 15 aus einem anderen Material miteinander verbunden sind. Das Bauelement 12 kann z. B. eine Laserdiode, das Bauelement 14 eine Fotodiode sein. Die unterschiedlichen Abmessungen der in
10 den Bauelementen vorhandenen Wellenleiterschichten wird durch einen taperförmigen passiven Wellenleiter 15 ausgeglichen.

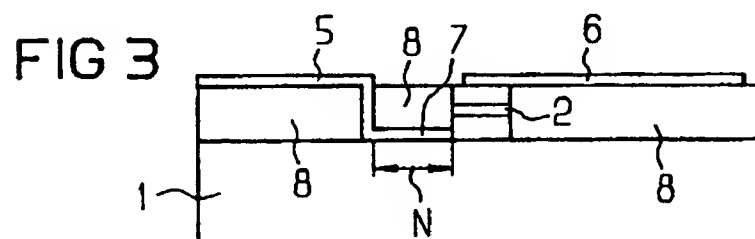
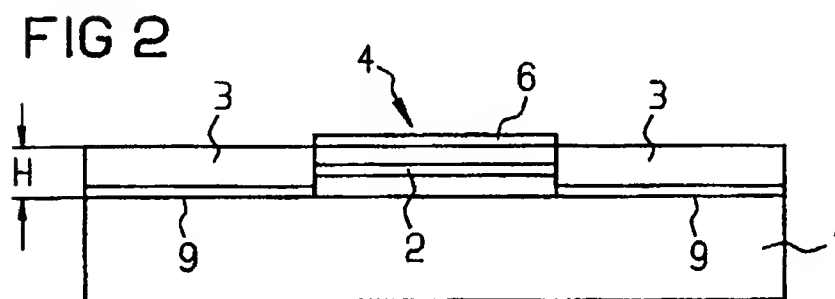
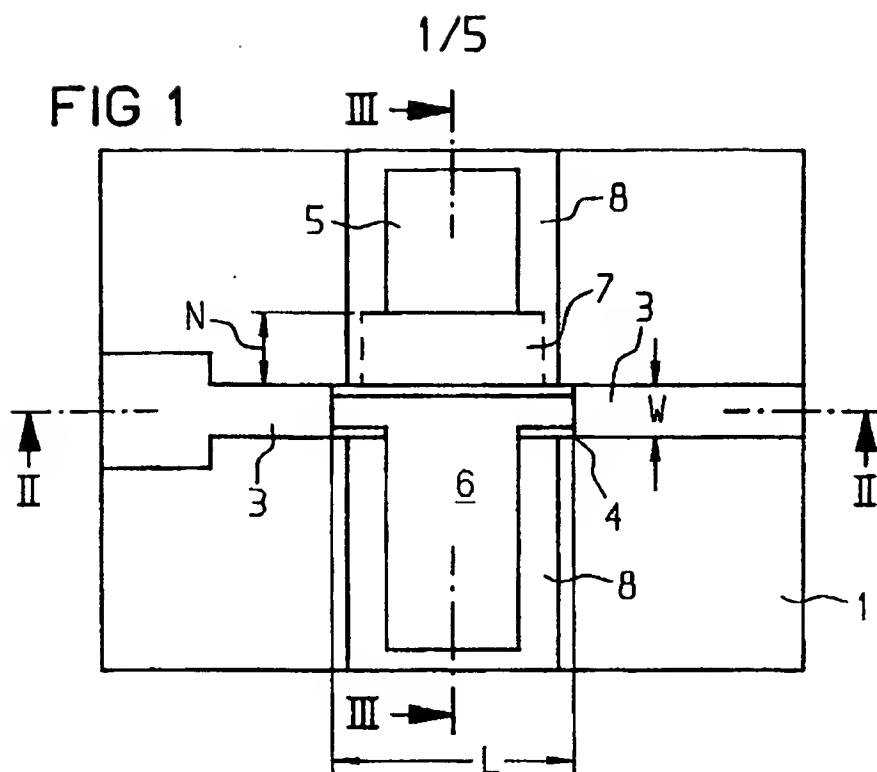
Die erfindungsgemäßen Module sind für den Einsatz bei hybrider Integration mit passiven Wellenleitern oder Netzwerken
15 besonders vorteilhaft, da auf eine aufwendige Justierung der Komponenten verzichtet werden kann und nur eine einfache Platzierung notwendig ist (Pick- and -place-Technik).

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Modul
 - auf einem Substrat (1) aus Halbleitermaterial, auf dem mindestens
 - ein optoelektronisches Bauelement (4) und
 - ein passiver Wellenleiter (3, 13) angeordnet sind,
 - bei dem das Bauelement in einer auf das Substrat epitaktisch gewachsenen Schichtfolge ausgebildet ist,
 - bei dem diese Schichtfolge durch Schichten aus Halbleitermaterial oder aus Mischkristallzusammensetzungen eines oder mehrerer Halbleitermaterialien gebildet ist,
 - bei dem der passive Wellenleiter so angeordnet ist, daß er Strahlung von oder zu einem Bereich (2) des optoelektronischen Bauelementes zu oder von einer für externe Ankopplung vorgesehenen Anschlußfläche führt, und
 - bei dem der passive Wellenleiter durch Material gebildet ist, das aus einer oder mehreren Komponenten gebildet ist, die sämtlich von jedem Halbleitermaterial in dem optoelektronischen Bauelement verschieden sind.
2. Modul nach Anspruch 1,
bei dem das Substrat ein Material aus der Gruppe von GaAs, GaP, GaN und InP ist.
3. Modul nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem der passive Wellenleiter ein Dielektrikum ist oder ein Dielektrikum als Materialkomponente enthält.
4. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei dem mindestens zwei voneinander getrennte optoelektronische Bauelemente (12, 14) in auf das Substrat epitaktisch gewachsenen Schichtfolgen ausgebildet sind,
bei dem der passive Wellenleiter (15) durch Material gebildet ist, das aus einer oder mehreren Komponenten gebildet ist, die sämtlich von jedem Halbleitermaterial in den optoelektronischen Bauelementen verschieden sind, und

bei dem der passive Wellenleiter Bereiche in diesen optoelektronischen Bauelementen miteinander verbindet.

5. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 bei dem mehrere passive Wellenleiter vorhanden sind,
bei dem jeder passive Wellenleiter durch Material gebildet
ist, das aus einer oder mehreren Komponenten gebildet ist,
die sämtlich von jedem Halbleitermaterial in dem optoelektronischen Bauelement bzw. in den optoelektronischen Bauelemen-
10 ten verschieden sind, und
bei dem mindestens zwei passive Wellenleiter zu demselben optoelektronischen Bauelement geführt sind.
6. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
15 bei dem mindestens ein vorhandener passiver Wellenleiter sich
in mindestens einer Richtung quer zur Richtung der durch den
Wellenleiter bewirkten Wellenführung zu der für externe An-
kopplung vorgesehenen Anschlußfläche hin verbreitert.
- 20 7. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei dem mindestens ein vorhandener passiver Wellenleiter sich
in beiden Richtungen quer zur Richtung der durch den Wellen-
leiter bewirkten Wellenführung zu der für externe Ankopplung
vorgesehenen Anschlußfläche hin verbreitert.
- 25 8. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
bei dem der passive Wellenleiter Silizium ist oder Silizium
enthält.
- 30 9. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
bei dem der passive Wellenleiter Polyimid oder Bisbenzocyclo-
buten ist.



3/5

FIG 7

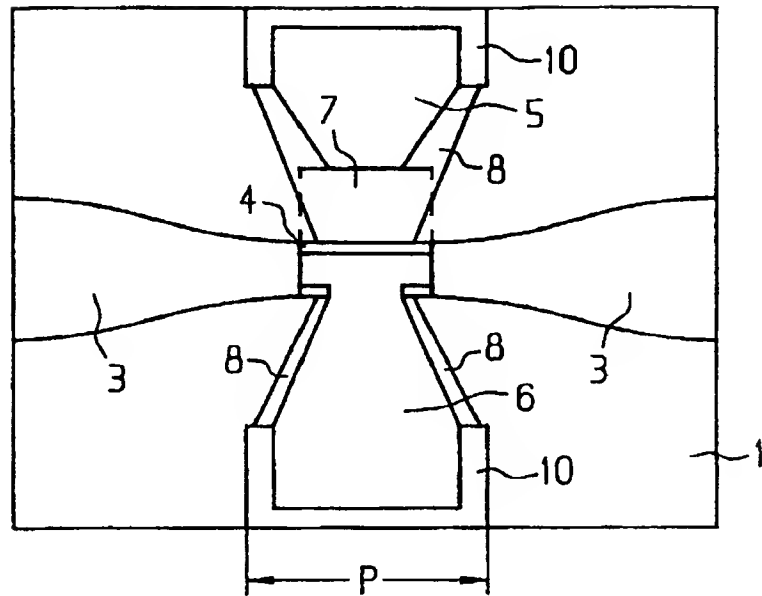
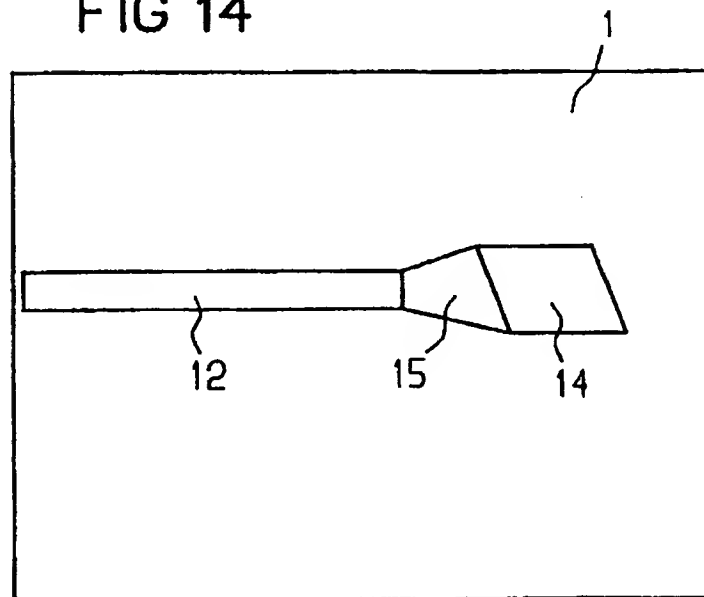
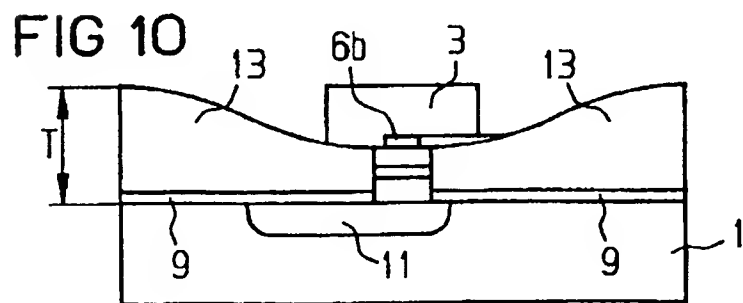
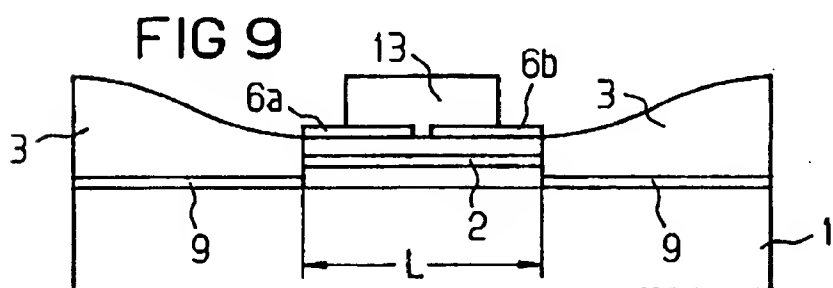
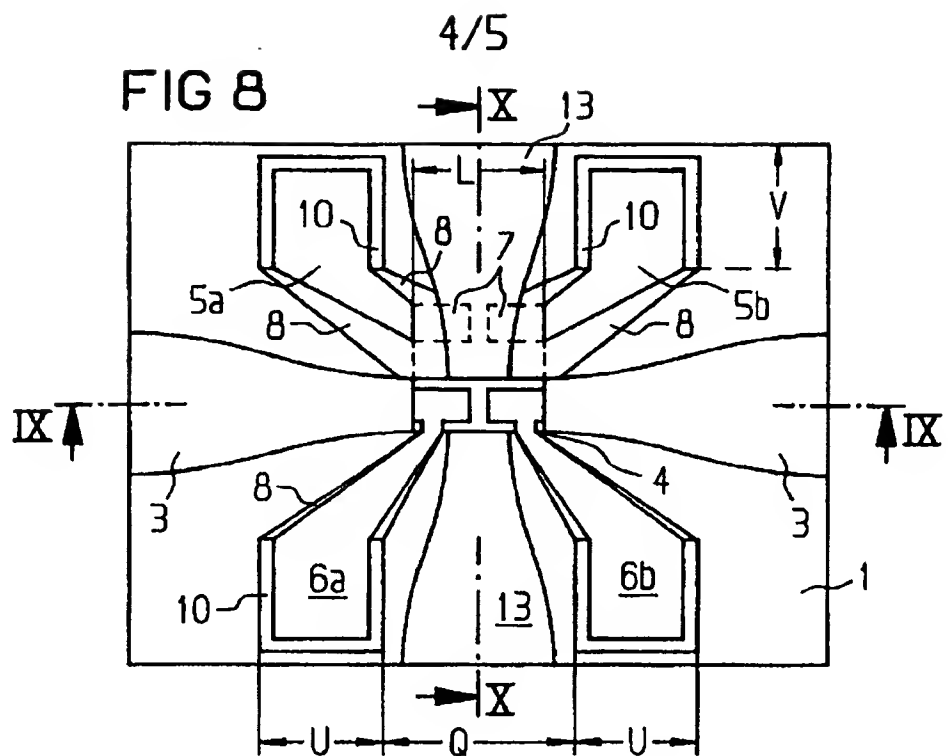
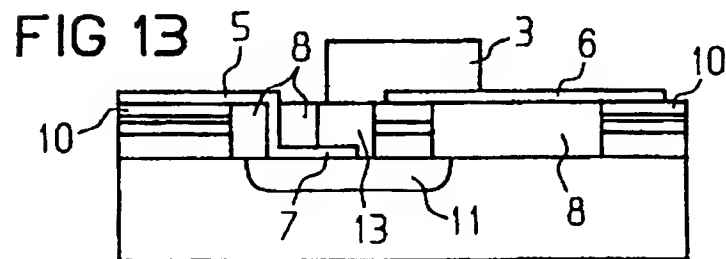
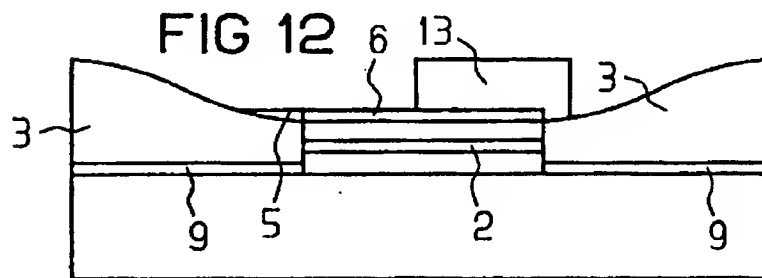
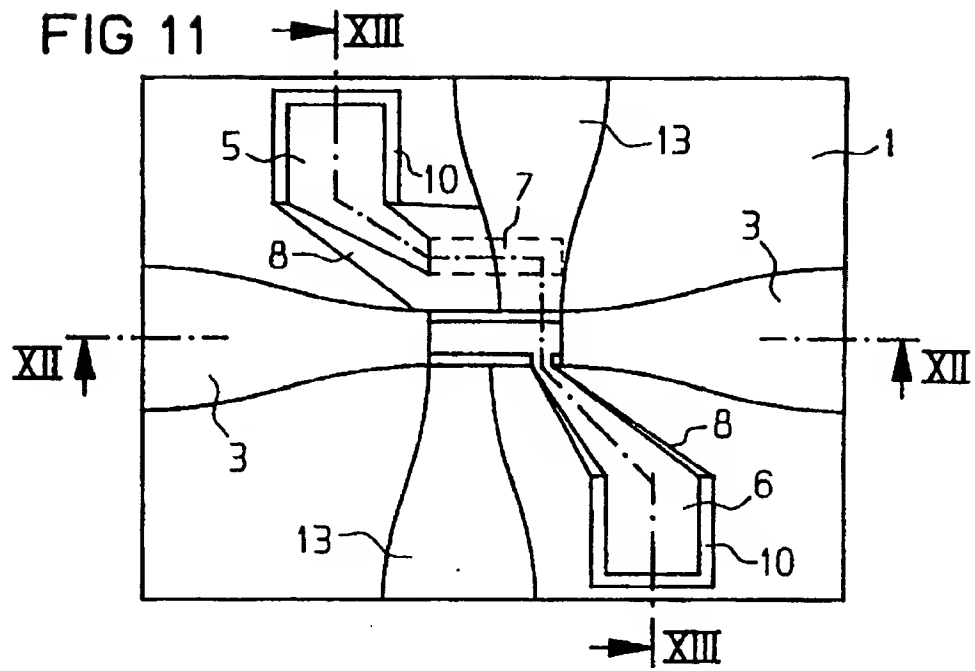


FIG 14





5/5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02672

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G02B6/12 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 569 181 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 10 November 1993 see abstract; figures 1-3,8 see column 2, line 47 - column 3, line 17 see column 6, line 38 - column 7, line 34 ---	1-3,6,7
A	US 3 879 606 A (BEAN KENNETH E) 22 April 1975 see abstract; figures 1,2 ---	1,4,5,8
A	EP 0 591 864 A (CANON KK) 13 April 1994 see abstract; figure 1 ---	1,2,4
A	EP 0 696 747 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14 February 1996 see abstract; figures 5,7,12,13A see column 2, line 25 - line 45 ---	1,2,6
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 April 1998

Date of mailing of the international search report

17/04/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jakober, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In. ational Application No
PCT/DE 97/02672

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 616 234 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 21 September 1994 see abstract -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02672

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0569181 A	10-11-93	US 5265177 A CA 2092840 A DE 69311966 D DE 69311966 T JP 6027355 A US 5332690 A	23-11-93 09-11-93 14-08-97 06-11-97 04-02-94 26-07-94
US 3879606 A	22-04-75	NONE	
EP 0591864 A	13-04-94	JP 6232844 A US 5654814 A	19-08-94 05-08-97
EP 0696747 A	14-02-96	JP 8107253 A	23-04-96
EP 0616234 A	21-09-94	JP 7092338 A US 5598501 A US 5572619 A	07-04-95 28-01-97 05-11-96

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02672

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G02B6/12 G02B6/42

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 569 181 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 10. November 1993 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-3, 8 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 17 siehe Spalte 6, Zeile 38 - Spalte 7, Zeile 34 ---	1-3, 6, 7
A	US 3 879 606 A (BEAN KENNETH E) 22. April 1975 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 ---	1, 4, 5, 8
A	EP 0 591 864 A (CANON KK) 13. April 1994 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1, 2, 4
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

7. Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie auszuführen)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

² & Veröffentlichung, die Mittelteil derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. April 1998

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

17/04/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jakober, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02672

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 696 747 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14.Februar 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 5,7,12,13A siehe Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 45 ---	1,2,6
A	EP 0 616 234 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 21.September 1994 siehe Zusammenfassung -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Klassifikationszeichen

PCT/DE 97/02672

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0569181 A	10-11-93	US 5265177 A CA 2092840 A DE 69311966 D DE 69311966 T JP 6027355 A US 5332690 A	23-11-93 09-11-93 14-08-97 06-11-97 04-02-94 26-07-94
US 3879606 A	22-04-75	KEINE	
EP 0591864 A	13-04-94	JP 6232844 A US 5654814 A	19-08-94 05-08-97
EP 0696747 A	14-02-96	JP 8107253 A	23-04-96
EP 0616234 A	21-09-94	JP 7092338 A US 5598501 A US 5572619 A	07-04-95 28-01-97 05-11-96